

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Dasar Teori

pada penyusunan suatu laporan dibutuhkannya berbagai teori pendukung yaitu data yang relevan. Data yang relevan ini dikaitkan dengan suatu laporan yang digunakan untuk menganalisis dan mengolah data.

2.1.1 Banjir

Banjir adalah kejadian yang sering terjadi ketika curah hujan tinggi yang menyebabkan terjadinya meluapnya air mencapai tepian sungai hingga terjadi banjir yang cukup membuat kerugian besar bagi masyarakat yang terkena limpasan air. Luapan air ialah terdapatnya bendungan pada Lokasi yang menyebabkan banyak sekali kerusakan seperti perekonomian, kondisi sosial, kerusakan pada mental yang disebabkan karena banyak kerugian yang terjadi (Rahayu H. , 2009).

Banjir terjadi diakibatkan oleh beberapa penyebab yang mempengaruhi sungai meluap seperti curah hujan yang tinggi, perilaku manusia yang menyebabkan aliran air sungai terhambat dan penampungan kapasitas sungai yang tidak memadai debit air.

Berdasarkan klasifikasi banjir dibagi menjadi beberapa jenis, yaitu :

1. Banjir sesuai dengan macam air, menurut (Kemenkes, 2016) terbagi menjadi 5 jenis :

a. Banjir Cileunang

Pada luapan ini sering kali diakibatkan oleh tingginya presipitasi sehingga mengakibatkan tingginya luapan air. Karena curah hujan yang tinggi tidak dapat secara langsung menampung kapasitas debit air yang melintasi saluran air rumah, yang pada akhirnya menyebabkan terjadinya banjir. Luapan tersebut seringkali berlangsung mendadak jika sudah terjadi, maka akan terjadi sangat lama presipitasinya.

b. Banjir Bandang

Pada luapan jenis ini tidak hanya mengalirkan air, luapan tersebut dapat mengalirkan lumpur. Luapan tersebut sangat berbahaya dibandingkan pada luapan yang lainnya dikarenakan manusia tidak akan bisa menggerakkan

badan ke lokasi lebih baik. Luapan air tersebut seringkali kejadian di lokasi pegunungan Dimana lokasinya yang seperti longsor.

c. Banjir Air

Luapan tersebut sama halnya dengan cileunang, luapan yang diakibatkan dari presipitasi yang tinggi. Luapan tersebut disebabkan oleh danau, selokan dan danau yang tekanan airnya sedang tinggi. Luapan tersebut akan menenggelami lokasi yang menyebabkan luapan. Luapan ini sering kali terjadi diakibatkan karena presipitasi yang tinggi.

d. Banjir Lahar Dingin

Hal ini terjadi disebabkan oleh meledaknya lahar gunung. Ledakan ini yang akan mengalirkan lava dingin yang berasal dari ujung gunung dan mengalir ke permukaan bumi. Lahar dingin akan menjadikan sungai menyebabkan kedangkalan serta mengakibatkan gampang membanjiri lokasi serta arusnya mengarah pada alam.

e. Banjir Rob

Diakibatkan oleh kenaikan pada wilayah perairan, keadaan ini biasanya akan terjadi di lokasi muara baru daerah Jakarta. Naiknya area lautan dapat membuat lama tumpukan air yang berada di sungai, yang akan menyebabkan kerugian pada tanggul sehingga terjadinya luapan air.

2. Berdasarkan asal sumber air yang menyebabkan banjir, menurut (Ristya, 2012) terbagi menjadi beberapa jenis banjir sebagai berikut :

a. Banjir Kiriman

Hal tersebut mengakibatkan kenaikan pada tekanan air sungai. Luapan makin tidak dapat terkontol yang diakibatkan oleh kapasitas luapan air. Terjadinya luapan diakibatkan pada meningkatnya besaran area dibangun serta perbedaan pada kekoefisienan tekanan air di lokasi yang rendah akan air di serap ke inti bumi.

b. Banjir Lokal

Yang disebabkan oleh naiknya presipitasi serta minimnya selokan yang tersedia di setiap lokasi, yang dapat menyebabkan terjadinya genangan. Hal ini lingkup kejadiannya hanya di titik tertentu. Pada saat selokan tidak

berguna maka genangan akan terjadi serta aliran air akan terhenti oleh benda-benda kecil menyebabkan penampungan selokan tidak memadai.

Kejadian bencana alam banjir biasanya memiliki dampak yang sangat merugikan bagi masyarakat. (Yu, 2022) ada tiga jenis dampak dari bencana banjir antara lain :

a. Dampak Lingkungan

Dampak lingkungan pada saat terjadinya banjir berupa rusaknya lingkungan alam yang terkena banjir seperti kerusakan alam pada area yang berada dekat sungai.

b. Dampak Sosial

Dampak sosial yang terjadi dalam masyarakat diakibatkan oleh banjir seperti evakuasi masyarakat, masyarakat yang terkena dampak banjir, serta evakuasi terhadap korban jiwa yang terkena banjir. Dampak sosial sangat berdampak yang cukup mempengaruhi karena harus memastikan keamanan dan kenyamanan bagi masyarakat yang terkena bencana alam banjir.

c. Dampak Ekonomi

Dampak ekonomi yang secara langsung memiliki kerugian diakibatkan oleh banjir seperti kerusakan pada perumahan, kerugian pertanian, kerugian inventaris, kerusakan jalan, serta kerusakan pada bangunan yang terkena banjir.

Menurut (Siswoko, 2002), terdapat beberapa faktor yang mengakibatkan banjir, seperti:

a. Erosi dan Sedimentasi

Pengikisan pada Daerah Aliran Sungai dapat terpengaruh kekuatan sungai untuk mawadahi aliran air dikarenakan inti bumi yang lenyap pada suatu daerah aliran sungai yang mengakibatkan terhambat sehingga menyebabkan sedimentasi. Sehingga mengakibatkan luapan air yang melebihi penampungan sungai.

b. Curah Hujan

Pada saat musim hujan, pada curah hujan yang tinggi dapat menyebabkan terjadinya banjir disungai akibat melebihi kapasitas sungai.

c. Pengaruh Air Pasang

Akibat naik turun perairan mengakibatkan Sungai mengalir lebih lambat menuju ke laut. Kapasitas luapan air meluapnya akan tinggi yang disebabkan pada saat naiknya air dikarenakan terdapat aliran kembali yang ada.

d. Kapasitas Sungai

Rendahnya tingkat penampungan sungai yang diakibatkan oleh terjadinya sedimentasi diakibatkan oleh pengikisan di inti sungai serta pinggir sungai tidak ada penutup ekosistem.

e. Tidak Berfungsi Saluran Pembuangan Air

Tempat pembuangan air tidak berguna diakibatkan oleh tersumbat oleh penumpukan sampah yang menyebabkan tidak dapatnya menampung air pada waktu curah hujan tinggi.

f. Pendangkalan Sungai

Rendahnya penampungan sungai yang diakibatkan oleh tumpukan sari benda-benda kecil yang menutupi saluran selokan sehingga jadi kecilnya penampungan. Akibatnya, kemampuan sungai dalam menyimpan air menjadi sangat berkurang kapasitasnya dan pada akhirnya menyebabkan air yang meluap hingga ke daratan.

g. Sampah

Menumpuknya sampah secara tidak sengaja yang masuk ke dalam sistem drainase dan sungai dapat mengakibatkan menaiknya permukaan air dan membatasi perkerakan air sehingga menyebabkan terjadinya banjir.

h. Hilangnya Lahan Terbuka

Suatu bangunan yang dibangun diatas tanah dan keberadaan bangunan yang tidak memperhatikan masalah bagaimana dengan proses penyerapan air. Sehingga ketika terjadinya curah hujan yang tinggi air tidak dapat terserap, karena hilangnya area untuk penyerapan dan air akan mengalir begitu saja ke area permukiman warga yang menyebabkan terjadinya banjir.

i. Bendungan dan Bangunan Air

Bendungan dan bangunan air dapat meningkatkan elevasi muka air yang menyebabkan efek aliran balik.

j. Drainase Lahan

Dilakukannya pembangunan selokan di perkotaan pada lokasi pedesaan membuat penampungan air menjadi berkurang.

k. Perencanaan Sistem Pengendalian Banjir Tidak Tepat

Pada skema penanggulangan luapan air akan meminimalisir terjadinya kehancuran yang diakibatkan oleh luapan air, jika banjir yang terjadi cukup besar dapat membuat rusak pada pengendalian banjir. Seperti pembangunan tanggul yang tinggi. Pada saat terjadinya banjir yang melebihi kapasitas maka, akan menyebabkan keruntuhan pada tanggul yang menyebabkan kecepatan aliran air menjadi deras yang menyebabkan banjir besar.

l. Kerusakan Bangunan Pengendali banjir

Kurangnya fasilitas yang memadai pada pembangunan pengendalian banjir yang membuat kerusakan dan tidak dapat berfungsinya bangunan pengendali banjir.

2.1.2 Drainase

Selokan ialah pembangunan yang wajib direncanakan dalam mencukupi kepentingan manusia serta saluran pembuangan air ialah hal wajib didalam rancangan perkotaan yang khususnya pada infrastruktur (Suripin, 2004).

a) Drainase Perkotaan

Saluran pembuangan air ialah masalah yang sulit dengan membutuhkan proses dengan mencermati kegiatan mengenai budaya serta kegiatan sosial (Rahayu H. , 2009).

b) Jenis – Jenis Drainase

Terdapat beberapa jenis dari saluran pembuangan air (Hasmar, 2011) antara lain :

1. Drainase Berdasarkan Bentuknya

a. Drainase Alamiah (*Natural Drainage*)

Saluran pembuangan air dengan bentuk natural yang tidak mempunyai pembangunan penumpu. Pada umumnya aliran terbuat yang disebabkan oleh kikisan air mengalir disebabkan gaya tarik

bumi akan terbentuknya aliran yang tetap contohnya adalah sungai.

b. Drainase Buatan (*Artificial Drainage*)

Saluran pembuangan air ini dibangun yang memiliki hal tertentu, pembangunan yang perlu akan drainase, gorong-gorong serta pasangan batu.

2. Drainase Berdasarkan Lokasi

a. Saluran Terbuka

Drainase yang diperuntukan air hujan pada umumnya terletak pada daerah yang memiliki luas memadai maupun drainase non hujan yang tidak mencemari lingkungan.

b. Saluran Tertutup

Hal ini pada umumnya diperlukan pada pembuangan tidak bersih contohnya air yang kan menyebabkan wabah penyakit serta akan terjadinya pencemaran pada lingkungan.

3. Drainase Berdasarkan Sistem Buangan

a. Sistem Terpisah (*Separate System*)

Pada sistem ini air kotor dan air bersih yang berasal dari air hujan akan mengalir secara terpisah sesuai saluran masing – masing.

b. Sistem Kombinasi (*Pscudo Separate System*)

Sistem ini gabungan antara saluran air buangan dengan saluran air hujan yang dimana pada saat musim hujan air buangan dan air hujan akan bergabung pada saluran air buangan.

c. Sistem Tercampur (*Combined System*)

Pada sistem ini tercampurnya air kotor dan air hujan yang mengalir ke saluran yang sama.

2.1.3 Karakteristik Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan ekosistem yang didalamnya terdapat proses biofisik hidrologis yang dapat terjadi secara alamiah. DAS juga merupakan tempat aktivitasnya manusia untuk suatu kepentingan sosial ekonomi dan juga kepentingan budaya(Asdak C. , 2010). Pada masalah utama yang dialami oleh ekosistem Daerah Aliran Sungai umumnya adalah meningkatnya populasi terhadap manusia dan terjadinya

perubahan penggunaan lahan yang dapat menurunkan kualitas dan kuantitas suatu air (Syarifudin, 2017).

a) Topografi

Topografi merupakan skematik perpetaan yang dapat menggambarkan sebuah bentuk permukaan bumi dari sejumlah garis pada ketinggian yang terkait dengan kemiringan lahan dan lereng dari permukaan bumi (Asdak C. , 2010). Di suatu peta dengan mensimulasikan ukuran sebuah bagian panjang serta lebar menggunakan (sumbu y dan x) serta ketinggian (sumbu z). Dari skema tersebut akan memperoleh hasil untuk mendapatkan batas sungai.

b) Tutupan Lahan dan Koefisien Aliran

Pada keadaan tersebut pada umumnya mawadahi untuk pengecekan ekosistem serta lakukan praktek dalam mengolah area contohnya sengkedan, mempunyai akibat untung meminimalisir terjadinya pengikisan serta sedimen. Koefisien aliran ialah perbandingan antara koefisien aliran permukaan dengan suatu volume curah hujan yang terjadi dalam kurun waktu tertentu. Vegetasi dan pengolahan lahan ialah salah satu faktor utama dari terjadinya erosi (03-1724-1989). Daerah Pengaliran Sungai (DPS) merupakan suatu kesatuan pada wilayah tata air yang terbentuk secara alami dalam maim air meresap atau mengalir melalui anak sungai, lahan dan sungai induk, DPS akan dibatasi dan tidak termasuk pada daerah laut (03-1724-1989). dalam merancang suatu bangunan, dalam koefisien debit harus ditentukan dari pengujian atau perhitungan hidrologi terhadap area yang bersangkutan (03-1724-1989). berikut perhitungan dengan menggunakan Rumus 2.1

$$C = \sum_{i=1}^n \frac{C_i \cdot A_i}{A_i} \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan :

C = Koefisien aliran permukaan

n = Jumlah jenis tutupan lahan

C_i = Koefisien aliran limpasan berdasarkan tutupan lahan i

A_i = Luas daerah tutupan lahan i (Km²)

2.1.4 Analisis Hidrologi

Hidrologi merupakan bidang yang mempelajari akan pergerakan pada air yang berada di muka bumi, pada akhirnya akan mengalir menjadi limpasan permukaan (surface run off) ataupun yang meresap ke dalam tanah. Pada analisis hidrologi yang memahami teori dalam menemukan suatu jawaban serta mempunyai ikatan pada air contohnya itu manajemen air, perancangan pembangunan air, serta mengendalikan luapan air (Kusumastuti, 2015). Menurut (Syarifudin, 2017) hidrologi ialah suatu aliran yang selalu mengalir dari atmosfer menuju ke alam serta akan mengalir pada atmosfer secara terus-menerus dengan menyusuri penguapan, pengembunan, pembentukan dan perubahan.

1) **Kondensasi (Pengembunan)**

Butiran kotoran pada langit, asap air akan membesar, terjadinya pembeukan dan menyebabkannya pengembunan. Pada umumnya partikel debu kecil di udara jika kondensasi terjadi akan berubah menjadi cair dan langsung berubah menjadi salju, es dan hujan batu. Jika sudah berubah menjadi padat maka, partikel-partikel tersebut akan berubah pembentukan awan.

2) **Presipitasi**

Membentuknya es, es kristal dan hujan kristal dari pembentukan nebula dapat disebut dengan presipitasi. Halimun berputar memutari dunia yang mengikuti hembusan angin. Contohnya pada lokasi gunung halimun akan jadi hawa yang dingin.

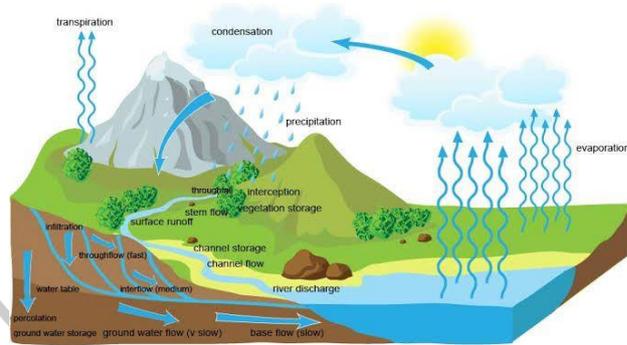
3) **Evaporasi (Penguapan)**

Cairan yang dihangatkan terhadap radiasi surya sehingga mencapai pada suhu dimana molekul-molekul air memiliki energi untuk memutuskan ikatannya. Yang akan menyebabkan mengembangnya molekul menjadi uap air sehingga tidak terlihat di atmosfer.

4) **Transpirasi**

Mengalirnya presipitasi dan es kristal ke inti bumi dan berubahnya jadi air tanah melalui penyusupan serta perbedaan

permukaan dengan melewati pori – pori.



Gambar 2. 1 Skema Siklus Hidrologi (Syarifudin, 2017)

a) Data Curah Hujan

Meningkatnya luapan air dengan waktu tak di tentukan diakibatkan dari presipitasi merupakan peralihan air menuju perumahan, perembesan tidak dapat terwujud (03-1724-1989).

1) Metode Aritmatika (Aljabar)

Metode ini merupakan untuk menerapkan metode sejumlah lokasi dengan konsistensi dan konsentrasi dengan curah hujan yang merata. Dengan menggunakan metode ini untuk menentukan curah hujan rata-rata di setiap wilayah DAS. Dilakukannya perhitungan curah hujan dengan menjumlahkan data curah hujan di setiap stasiun, dari penjumlahan dan dibagi dengan jumlah wilayah. Hal tersebut dapat digunakan di lokasi dengan keadaan wilayahnya mendatar dengan menggunakan Rumus 2.2

$$\bar{P} = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_n}{n} \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan :

- \bar{P} = Tinggi hujan rata-rata (mm)
- $P_1 + \dots + P_n$ = Tinggi hujan setiap pos hujan yang diamati (mm)
- N = Banyaknya pos hujan

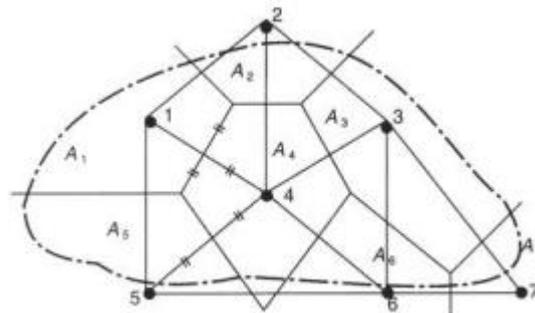
2) Metode Poligon Thiessen

Metode tersebut pada dasarnya dengan sebarang presipitasi di lokasi tertentu yang sesuai pada ukuran suatu area presipitasi. Dengan menggunakan metode tersebut dapat mengetahui suatu ketinggian dari data presipitasi rerata dengan dibagi pada luas area sungai. Digunakannya poligon Thiessen untuk hitung presipitasi rerata dengan menggunakan Rumus 2.3.

$$\bar{P} = \frac{P_1A_1 + P_2A_2 + \dots + P_nA_n}{A_{total}} \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan :

- \bar{P} = Tinggi hujan rata-rata (mm)
- $A_1 \dots A_n$ = Tinggi hujan pada Stasiun 1..n (mm)
- $P_1 \dots P_n$ = Luasa yang dibatasi oleh Polygon (Km^2)



Gambar 2. 2 Metode Poligon Thiessen (Soemarto, 1999)

3) Metode Isohyet

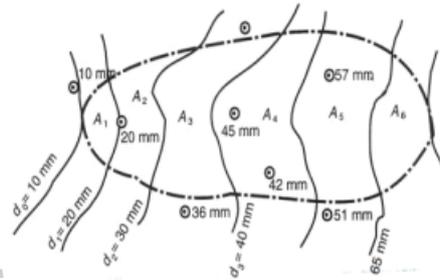
Dengan menggunakan metode tersebut dapat dibagi dengan jumlah rerata dua presipitasi Daerah Aliran Sungai dengan dikali rerata presipitasi di dua garis isohyet. Menggunakan gambar profil dari gambaran pada presipitasi di area. Tersebut melakukannya di daerah pegunungan dengan menggunakan Rumus 2.4.

$$\bar{P} = \frac{A_1 \frac{P_1+P_2}{2} + A_2 \frac{P_2+P_3}{2} + \dots + A_n \frac{P_n+P_{n+1}}{2}}{A_{total}} \dots \dots \dots (2.4)$$

Keterangan :

- \bar{P} = Hujan rerata kawasan
- $A_1 \dots A_n$ = Luas dibatasi oleh garis isohyet (Km^2)

$P_1 \dots P_n$ = Tinggi hujan yanb sama pada garis isohyet (mm)



Gambar 2. 3 Metode Garis Isohyet (Soemarto, 1999)

b) Data Curah Hujan Hilang

Hujan yang terjadi di suatu pos kadang-kadang tidak dapat bekerja dengan baik yang menyebabkan data curah hujan dari pos tidaak dapat diperoleh dengan baik. Apabila terjadi kekosongan data maka pengisian data dapat dilakukan secara perhitungan yang menggunakan cara rasional (03-1724-1989). Menurut (SNI, 2451:2016), strategi dalam pengendalian hujan hilang dapat memakai metode tersebut :

- 1) Dilakukannya dengan menghitung rerata presipitasi di wilayah yang dekat dengan pusat hujan. Apabila data rerata presipitasi hilang rendah dari 10%, hitungan bisa dilaksanakan yang terdapat perbedaan hasil.
- 2) Dengan perbandingan presipitasi dari rasio hujan yang berbeda akan dilakukannya perhitungan. Memiliki pembeda 10% pada Sta terdekat, melakukannya proses presipitasi. Diperlukannya sumber dalam memenuhi data presipitasi yang tidak ada. Dapat dilakukan dengan menggunakan Rumus 2.5.

$$RR = \frac{1}{n} \left\{ \left(\frac{N_x R_a}{N_a} \right) + \left(\frac{N_x R_b}{N_b} \right) + \dots + \left(\frac{N_x R_n}{N_n} \right) \right\} \dots\dots\dots (2.5)$$

Keterangan :

RR = Curah hujan data hilang

N_x = Rata-rata curah hujan tahunan pada
 satasiun dengan data yang hilang (mm)

R_a, \dots, R_n = Curah hujan di stasiun A, B, ..., N pada waktu tertentu (mm)

N_a, \dots, N_n = Rata-rata curah hujan tahunan pada stasiun A, B, ..., N (mm)

c) Analisis Frekuensi

Uji penghubung dalam hitungan kala ulang (T0 serta hitungan peluang(p) bisa memakai cara hitungan 1/T. Pada penghitungan analisa frekuensi dalam grafik maupun analis. Menurut (SNI, 2451:2016), menghitung analisa frekuensi bisa dengan cara antara lain:

1) Parameter Statistik

Dengan cara ini data yang dapat digunakan untuk rerata parameter (x), koefisien variasi (C_v), koefisien kemiringan (C_s), standar deviasi (S_d), serta koefisien kurtosis (C_k). Rumus tersebut dipakai dalam menghitung parameter. Untuk mendapatkan data parameter diperlukannya perhitungan dengan menggunakan Rumus 2.6 sampai dengan 2.14 :

A. Rata – Rata \bar{X}

- Distribusi Normal dan Gumble

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} \dots\dots\dots (2.6)$$

- Distribusi log Normal dan Log Person III

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \log(X_i)}{n} \dots\dots\dots (2.7)$$

B. Standar Deviasi (Sd)

- Distribusi Normal dan Gumbel

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2.8)$$

- Distribusi Log Normal dan Person III

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2.9)$$

C. Koefisien Variasi (Cv)

- $C_v = \frac{S_d}{\bar{X}} \dots\dots\dots (2.10)$

D. Koefisien Kemiringan (Cs)

- Distribusi Normal dan Gumbel

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S_d^3} \dots\dots\dots (2.11)$$

➤ Distribusi Log Normal dan Person III

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S_d^3} \dots\dots\dots (2.12)$$

E. Koefisien Kurtosis

➤ Distribusi Normal dan Gumbel

$$C_k = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)S_d^4} \sum_{i=1}^n (X_i - X)^4 \dots\dots\dots (2.13)$$

➤ Distribusi Log Normal dan Person III

$$C_k = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)S_d^4} \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log X)^4 \dots\dots\dots (2.14)$$

Keterangan :

- \bar{X} = Nilai rata – rata curah hujan
- X_i = Nilai pengukuran suatu curah hujan ke - i
- n = Jumlah data dari curah hujan yang diteliti
- S_d = Standar Deviasi
- C_v = Koefisien Variasi
- C_s = Koefisien Kemiringan
- C_k = Koefisien Kurtosis

2) Pemilihan Jenis Distribusi

Pada pemilihan diatribusi digunakan untuk menganalisis frekuensi yang mengacu pada parameter statistik. Suatu histogram menyerupai kurva dari data debit banjir sesuai hasil pengamatan. Analisis frekuensi memiliki beberapa jenis seperti Log Normal, Gamma, Person, Log Person, dan Gumbel. Hasil pada presipitasi dilakukannya perhitungan sesuai dengan syarat distribusi hampir sama akan hasil penelitian.

3) Distribusi Frekuensi

Adanya cara terhadap distribusi seperti Log Normal, Log pearson III, distribusi Normal serta gumber standarnya memakai hitungan data curah hujan. Pada perhitungan curah hujan bisa paa metodologi frekuensi dalam memperoleh kala ulang (T) pada tiap distribusi hitungan yang berbeda (SNI, 2451:2016). Berikut merupakan rumus distribusi frekuensi Rumus 2.15 sampai dengan 2.19.

a) Distribusi Normal

$$X_T = \bar{X} + K_T S_d \dots\dots\dots (2.15)$$

Keterangan :

X_T = Tinggi curah hujan rencana pada periode ulang
($mm/hari$)

\bar{X} = Rata-rata tinggi curah hujan ($mm/hari$)

K_T = Nilai faktor Probabilitas

S_d = Nilai standar deviasi distribusi normal

b) Distribusi Gumbel

$$X_T = \bar{X} + S_d K_T \dots\dots\dots (2.16)$$

$$X_T = \frac{(Y_T - Y_n)}{S_n} \dots\dots\dots (2.17)$$

Keterangan :

X_T = Tinggi curah hujan rencana pada periode ulang
($mm/hari$)

\bar{X} = Rata-rata tinggi curah hujan ($mm/hari$)

K_T = Nilai faktor probabilitas

S_d = Nilai standar deviasi sesuai distribusi normal

Y_T = Reduksi variat yang berdasarkan variable

Y_n = Rata-rata reduksi variat

S_n = Standar deviasi reduksi variat

c) Distribusi Log Person III

$$\log X_T = \log \bar{X} + S_{d \log X} K_T \dots\dots\dots (2.18)$$

Keterangan :

K_T = Nilai faktor probabilitas

$\log X_T$ = Tinggi curah hujan rencana pada
periode ulang dengan bentuk logaritmik

\bar{X} = Rata-rata tinggi curah hujan ($mm/hari$)

S_d = Nilai standar deviasi distribusi log normal

d) Distribusi Log Normal

$$X_T = \log \bar{X} + S_{d \log X} K_T \dots\dots\dots (2.19)$$

Keterangan :

K_T = Nilai faktor probabilitas

$\log X_T$ = Tinggi curah hujan rencana pada periode ulang dengan bentuk logaritmik

\bar{X} = Rata-rata tinggi curah hujan ($mm/hari$)

S_d = Nilai standar deviasi distribusi log normal

4) Uji Cara Grafis

Keadaan sudah disusun di lembar grafik dapat dengan menentukan berapa sejauh jarak hasil dari pusat memiliki selisih pada batas spekulatif (SNI, 2451:2016). Dari perhitungan uji tersebut dapat dilakukan perhitungan sesuai dengan Rumus 2.20.

$$P(X_m) = \frac{m}{n+1} \times 100\% \dots\dots\dots (2.20)$$

Keterangan :

$P(X_m)$ = Data yang diurutkan

m = Nomor urut data

n = Jumlah data

5) Uji Kecocokan Distribusi

Pengujian tersebut bisa dengan uji kepatasandari hasil contoh distribusi frekuensi jika disimulasikan pada cara distribusi peluang.

1. Uji Smirnov – Kolmogorov

Pengujian terhadap persamaan Smirnov-Kolmogorov pada umumnya ialah uji kesesuaian non-parametrik dikarenakan pengujian tersebut tidak butuh distribusi pada pengarsipan evidensi dalam memenuhi akan data yang *valid*. Pengujian tersebut melakukan perbandingan dari hasil faktual serta secara teori (Limantara, 2018).

$$P = \frac{m}{n+1} \times 100\% \dots\dots\dots (2.21)$$

Keterangan :

P = Probabilitas

m = Nomor unit data

n = Jumlah data

Berikut merupakan beberapa langkah – langkah dalam pengujian pada Uji Smirnov-Kolmogorov :

- 1) Mengurutkan data maksimum harian (dari urutan kecil ke besar), dan menentukan besaran probabilitas pada data.
- 2) Menentukan hasil probabilitas pada data yang menggambarkan dari hasil distribusi.
- 3) Menentukan besaran perbedaan pada data probabilitas dari nilai probabilitas dan peninjauan secara teoritis.
- 4) Dari skema data. Dapat menentukan nilai distribusi yang didapat dalam pembagian data $D_{maks} < D_0$.

Tabel 2. 1 Nilai Kritis D_0 dari Uji Smirnov-Kolmogorov

Ukuran Sampel (n)	Level of Significance α (%)				
	20	15	10	5	1
1	0,900	0,925	0,950	0,975	0,995
2	0,684	0,726	0,776	0,842	0,929
3	0,565	0,597	0,642	0,708	0,829
4	0,494	0,525	0,564	0,624	0,734
5	0,446	0,474	0,510	0,563	0,669
6	0,410	0,436	0,470	0,521	0,618
7	0,381	0,405	0,438	0,486	0,577
8	0,358	0,381	0,411	0,457	0,543
9	0,339	0,360	0,388	0,432	0,514
10	0,322	0,342	0,368	0,409	0,486
11	0,307	0,326	0,352	0,391	0,468
12	0,295	0,313	0,338	0,375	0,450
13	0,284	0,302	0,325	0,361	0,433
14	0,274	0,292	0,314	0,349	0,418
15	0,266	0,283	0,304	0,338	0,404
16	0,258	0,274	0,295	0,328	0,391
17	0,250	0,266	0,286	0,318	0,380
18	0,244	0,259	0,278	0,309	0,370
19	0,237	0,252	0,272	0,301	0,361
20	0,231	0,246	0,264	0,294	0,352
Rumus Asimtotik	$\frac{1,07}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,14}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,22}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,36}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,63}{\sqrt{n}}$

(Sumber : Limantara, 2010)

2. Uji Chi Kuadrat

Uji Chi Kuadrat digunakan dalam pengujian persamaan pembagian hasil pengamatan pada nilai yang menuju pada data tegak

lurus (Limantara, 2018). Dalam uji ini dapat menggunakan rumus berikut. Rumus 2.22.

$$X^2_{hitung} = \sum_{i=1}^k \left(\frac{Fe - Ft}{Ft} \right)^2 \dots\dots\dots (2.22)$$

Keterangan :

X^2_{hitung} = Parameter chi kuadrat hitung

k = Jumlah kelas

Fe = Frekuensi pengamatan kelas J

Ft = Frekuensi teoritis kelas J

6) Intensitas Hujan

Hal ini ialah banyaknya presipitasi yang ada dengan ketinggian presipitasi dengan banyaknya curah hujan pada satu waktu dengan keadaan yang tidak dapat ditentukan (Limantara, 2018) pada perhitungan intensitas hujan dapat dihitung dengan menggunakan rumus persamaan Monobe.

Rumus 2.23.

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left[\frac{24}{t} \right]^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots (2.23)$$

Keterangan :

I = Intensitas Hujan (mm/jam)

R = Curah hujan maks dalam harian (mm)

t = Lamanya hujan (jam)

7) Kala Ulang

Periode ulang ialah durasi yang diduga dalam tekanan presipitasi yang mempunyai data yang sudah ditentukan dengan menggunakan satu kali pada waktu tidak menetap. Sesuai dengan hasil yang diperoleh dalam berapa tahun tekanan presipitasi telah diinginkan dalam satu tahun (T) hal tersebut pada umumnya ialah kala ulang tahunan (T) (Triatmodjo, 2009).

Pada periode luapan air yang digunakan sesuai pada perancangan dalam pembangunan air dengan tipe pembangunan yang sudah digambarkan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. 2 Kala Ulang Rencana Bangunan Air pada Sungai

Bangunan	T (Tahun)
Bendungan sungai besar sekali	100
Bendungan sungai sedang	50
Bendungan sungai kecil	25
Tanggul sungai besar/daerah penting	25
Tanggul sungai kecil/daerah kurang penting	10
Jembatan jalan penting	25
Jembatan jalan kurang penting	10

2.1.5 Analisis Hidrolika

Pada pemahan akan analisa hidrolik yang mempunyai berbagai macam aktivitas air yang komplit juga dengan gaya dan juga kecepatan. Dengan analisa hidrolik, aliran air akan selalu dipantau. Dengan analisa hidrolik daya tampung pada tanggul sungai pada saat alirannya tidak tertutup akan menjadi sasaran dalam analisa hidrolik.

a) Pemodelan Hidrolika dengan HEC-RAS

Pada aplikasi *Hydrologic Engineering Center River Analysis System* (HEC-RAS) digunakan untuk gambaran dalam analisa hidrolik. Pada *software* tersebut bertujuan untuk menganalisis aliran tetap dan tidak tetap. Gambaran model tersebut dipakai dengan metode berkelanjutan serta momen yang terjadi dalam simulasi saluran.

1) Konsep Perhitungan HEC-RAS dengan 1D Model

Dari aplikasi HEC-RAS yang menggunakan pemodelan satu Dimensi (1 D) dengan pemodelan arus *unsteady flow*. Berkelanjutan yang ada pada hukum fisika yang memiliki hubungannya an arus air sungai. Pada hal ini memiliki upaya dalam ketetapan massa arus bersih pada daya tampung dari perbedaan pengarsipan.

Pada data analisa yang menggunakan dalam pengetahuan profile debit air yang terjadi pada kapasitas air naik. Dalam menghitung menggunakan HEC-RAS ialah untuk mengetahui

aliran pada dinding penahan. Dinding penahan konsisten akan perbedaan yang diakibatkan oleh pengaruhnya pengikisan ataupun dari terpengaruhnya debit aliran.

Dalam pemodelan analisis hidrolik dengan memakai aplikasi HEC-RAS dengan memiliki tujuan dalam menganalisis profile debit air pada saat kapasitas air meluap menggunakan kala ulang. Pada *software* HEC-RAS dapat melakukan perhitungan tekanan aliran campuran serta subkritis. Aplikasi HEC-RAS mampu menunjukkan hitungan muka air aliran pada kecepatan (V) untuk suatu parameter yang berubah dalam kurun waktu tertentu atau biasa disebut dengan *unsteady* dan aliran parameter tidak berubah selama waktu tertentu dapat disebut *steady*.

Dari hasil percobaan pada perhitungan aplikasi HEC-RAS dapat disimpulkan bahwa nilai debit air menghasilkan nilai keluaran paling tinggi berada di atas muka air, yaitu mendekati tinggi muka air yang diamati di lapangan. Dalam model HEC-RAS dapat dilakukan dengan perhitungan Rumus 2.24.

$$Y_2 + Z_2 = \frac{a_2 V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \frac{a_1 V_1^2}{2g} + he \dots\dots\dots (2.23)$$

Keterangan :

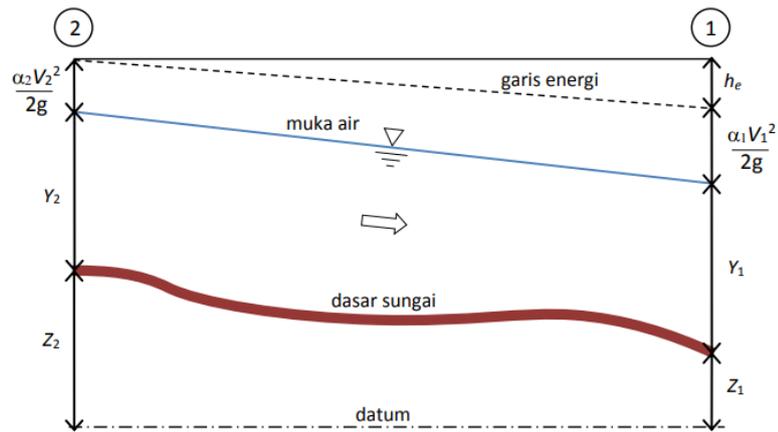
Z_1, Z_2 = Elevasi dasar saluran (m)

Y_1, Y_2 = Kedalaman aliran (m)

V_1, V_2 = Kecepatan rata-rata debit dengan dibagi luas tampang basah (m/s)

a_1, a_2 = Besar koefisien percepatan g = percepatan gravitasi $(m/s)^2$

he = Kehilangan tinggi energi (m)



Gambar 2. 4 Gambar Dari Persamaan Energi (Sumber : Istiarto, 2014)

b) Komponen Hidrolika yang Dibutuhkan Untuk HEC-RAS

1) Debit Banjir

Luapan air dilakukan dengan pemodelan pada aplikasi HEC-RAS, terdapat aliran tetap ialah aliran yang tidak adanya perubahan pada waktu sesuai dengan tekanan, kecepatan, serta debit yang ada. Beda dengan aliran tidak tetap ialah yang dimana keadaannya akan selalu terpengaruhi waktu. Digunakannya hidrograf untuk aliran tidak tetap .

2) Koefisien Kekasaran Manning

Dalam menilai pada kekasaran yang timbul pada permukaan aliran dalam perhitungan parameter yang dimasukkan kedalam rumus manning sesuai dengan komponen yang ada. Koefisien menunjukkan tingkat kekasaran pada permukaan aliran, tingginya nilai akan lebih banyak menunjukkan kekasaran. Apabila nilai yang lebih rendah serta menunjukkan sedikitnya kekasaran.

3) Data Geometri

Data geometris termasuk pada data DEM, saluran sungai, garis tepian, penampang melintang serta struktur yang berada di tepian.

2.2 Penelitian Terdahulu

a. Analisis Perbaikan Penampang Sungai Cibenda Sebagai Alternatif Pengendalian Banjir (Studi Kasus Jalan Tol Pondok Aren Serpong KM. 8+600)

Pada penelitian tersebut dilakukan oleh Grey Lizarazu (2023) dengan melakukan penelitian pada Penampang Sungai Cibenda di kawasan Jalan Tol Pd. Aren-Serpong KM 8+600 sebagai alternatif dalam pengendalian banjir. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan aplikasi ArcGIS sebagai menganalisis data Digita Elevation Model (DEM dan membuat peta Daerah Aliran Sungai.

b. Analisis Sistem Saluran Drainase Untuk Menanggulangi Banjir di Area Perumahan Grand Azizi Kota Padang Panjang

Muhammad Ridwan (2022) melakukan penelitian dengan mengkaji sistem pada infrastruktur drainase di kawasan Perumahan Grand Azizi. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan *software* AutoCAD untuk menggambar bentuk poligon dari luas daerah rencana drainase.

c. Efektifitas Saluran Drainase dalam Menurunkan Risiko Banjir dan Meningkatkan Kesejahteraan Masyarakat di Dataran Banjir

Pada penelitian ini dilakukan oleh Laksni Sedyowati, Gunawan Wibisono, Turijan, Nanang Mudjito (2020) dengan melakukan penelitian pada efektifitas saluran drainase dengan memanfaatkan saluran drainase dan air dari sisa budidaya ikan untuk menyuburkan tanaman yang digunakan untuk menanggulangi risiko banjir.

d. Implementasi Software HEC-RAS 4.1.0 dan Epa Storm Water Management Model (SWMM) 5.1.0 Pada Efektivitas Analisis Saluran Drainase (Studi Kasus Desa Kelet Kecamatan Keling Kabupaten Jepara)

Dengan menggunakan program HEC-RAS dan EPA SWMM, Hidayat, Efrizal dan Adi Saputro (2022) melakukan kajian analisis saluran drainase dalam pengendalian banjir. Penelitian dilakukan di Desa Kelet, Kecamatan Keling, Kabupaten Jepara. Pada kawasan ini tidak memiliki saluran drainase yang diakibatkan oleh pembangunan tempat tinggal sehingga terjadinya

banjir.

e. **Model Analisis Efektivitas Saluran Drainase Menggunakan Software HEC-RAS**

Pada penelitian ini dilakukan oleh Restu Wigati (2017) dengan melakukan penelitian pada kondisi eksisting drainase yang tidak dapat menampung debit air yang dilakukan dengan membuat model analisis pengendalian dan penanggulangan genangan dengan menggunakan aplikasi HEC-RAS. Penelitian ini dilakukan di kawasan Provinsi Banten Jalan Arteri Merak – Cilegon.

